

Unfallkasse Hessen

Leonardo-da-Vinci-Allee 20
60486 Frankfurt am Main
Servicetelefon: 069 29972-440
(montags bis freitags
von 7:30 bis 18:00 Uhr)
Fax: 069 29972-588
E-Mail: ukh@ukh.de
Internet: www.ukh.de

Stand: November 2012



Ladungssicherheit bei Einsatzfahrzeugen

Eine Informationsbroschüre für Feuerwehren
und Hilfeleistungsunternehmen

Impressum

©Unfallkasse Hessen

Wir bedanken uns für die freundliche Überlassung von Texten und Fotos bei den Herausgebern dieser Broschüre: Unfallkasse Rheinland-Pfalz, Unfallkasse Saarland.

Titelbild:
www.bildmaschine.de

Liebe Leserinnen und Leser,

eine mangelhafte oder gar fehlende Ladungssicherung zählt zu den Hauptunfallursachen auf deutschen Straßen. Diese Broschüre stellt das notwendige Grundwissen über eine ordnungsgemäße Beladung und die erforderliche Ladungssicherung und den Einsatz von Hilfsmitteln zur Verfügung und informiert über die Wirkung physikalischer Kräfte bei einem Unfall.

Ihre Unfallkasse Hessen

Inhalt

Wo ist Ladungssicherung für die Feuerwehr ein Thema?	4
Was ist hinsichtlich der Verantwortung zu berücksichtigen?	4
Was ist beim Beladen zu berücksichtigen?	4
Wie viele Kräfte sind zu berücksichtigen?	5
Welche Kräfte werden durch die Ladung bei einem Unfall frei?	6
Welche Sicherungskräfte sind notwendig?	7
Welche Arten von Sicherungsmethoden gibt es?	8
Welche Arten von Hilfsmitteln zur Ladungssicherung gibt es?	11
Rückfragen/Beispiele	12
Wie viele Gurte werden benötigt?	14

Ladungssicherheit bei Einsatzfahrzeugen

Wo ist Ladungssicherung für die Feuerwehr ein Thema?

Auch die Feuerwehren und Hilfeleistungsunternehmen übernehmen Transportaufgaben. Sie transportieren Mannschaft, Ausrüstung und technisches Gerät häufig unter erschwerten Bedingungen zur Übungs- bzw. Einsatzstelle.

Damit diese Transporte sicher und reibungslos durchgeführt werden können, sind zwei Voraussetzungen erforderlich:

- entsprechend ausgerüstete Fahrzeuge,
- gut ausgebildete Feuerwehrangehörige, welche die Gefahren unzureichend gesicherter Ladung beurteilen können.

„Die Ladung ist so zu verstauen und bei Bedarf zu sichern, dass bei üblichen Verkehrsbedingungen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist.“

UVV Fahrzeuge (GUV-V D 29)

Was ist hinsichtlich der Verantwortung zu berücksichtigen?

Es gibt drei Personengruppen, die rechtlich für die Ladungssicherung verantwortlich sind:

- Der Fahrzeughalter stellt technische und fachliche Voraussetzungen sicher.
- Die Führungskraft beaufsichtigt die Ladung.
- Der Fahrer sorgt für eine ordnungsgemäße Ladungssicherheit, auch während der Fahrt, durch angepasste Fahrweise und ggf. Zwischenkontrolle der Spangurte.

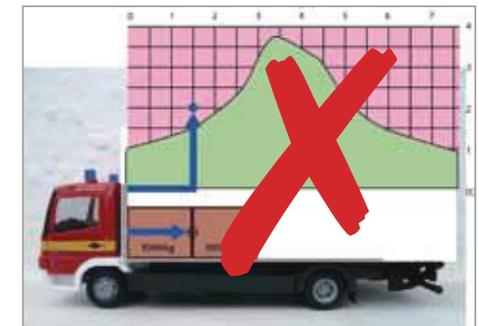
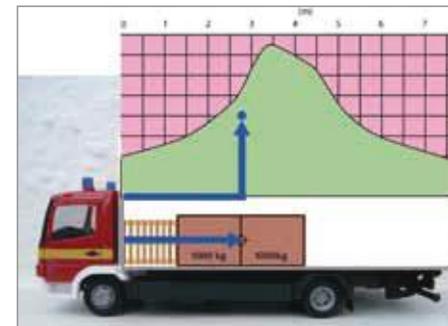
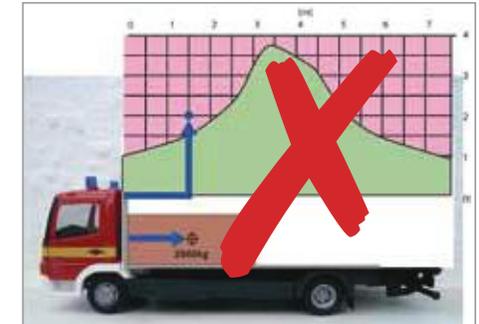
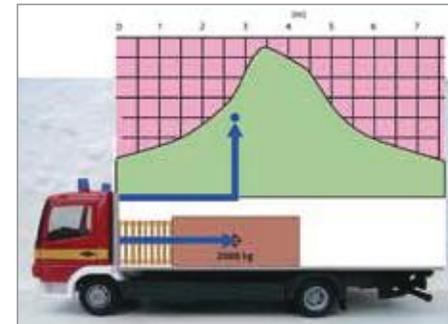
Was ist beim Beladen zu berücksichtigen?

Die zulässige Nutzlast eines Fahrzeugs kann nur mit einer geeigneten Lastverteilung erreicht werden. Da diese je nach Fahrzeugtyp stark variiert und nur schwer abgeschätzt werden kann, bieten einige Hersteller und Fahrzeugausbauer sogenannte Lastverteilungspläne an. Der Lastverteilungsplan veranschaulicht, mit wie viel Gewicht einzelne Abschnitte der Ladefläche belastet werden können, damit

- keine unzulässige Schwerpunktlage entsteht,
- die zulässige Achslast nicht über- bzw. unterschritten wird,
- das zulässige Gesamtgewicht nicht überschritten wird.

Die im Lastverteilungsplan dargestellte Kurve zeigt die maximal zugelassene Nutzlast je nach Abstand zur Stirnwand an.

Der Gesamtschwerpunkt der Ladung darf nie im roten Bereich oberhalb der Kurve liegen.



Welche physikalischen Kräfte sind zu berücksichtigen?

Gewicht und Gewichtskraft:

Der gebräuchliche Begriff „Gewicht“ beschreibt die Gewichtskraft, mit der ein Körper von der Erde angezogen wird. Sie wirkt stets senkrecht nach unten. Die Gewichtskraft wird in Newton angegeben und ergibt sich aus dem Produkt der Masse eines Körpers und der Erdbeschleunigung.

$$F_G = m \cdot g$$

F_G = Gewichtskraft (N)
 m = Masse (kg)
 g = Erdbeschleunigung (9,81 m/s²)

Zur Vereinfachung werden bei der Ladungssicherung die Kräfteangaben in der Einheit daN (deka Newton) angegeben.

1 daN entspricht etwa der Gewichtskraft einer Masse von 1 kg.

Massenkraft:

Die Massenkraft setzt sich zusammen aus der Massenträgheit und der wirkenden Fliehkraft.

Massenträgheit:

Ein auf der Ladefläche abgestellter Körper unterliegt der Massenträgheit, d. h., er „möchte“ in seinem Zustand verharren. Wenn ein Fahrzeug beschleunigt, bleibt die Ladung zunächst in ihrem Ruhezustand.

Somit bewegt sich das Fahrzeug relativ zur Ladung nach vorne, so dass diese auf der Ladefläche nach hinten rutscht. Wird das Fahrzeug gebremst, bewegt sich die Ladung auf der Ladefläche nach vorne.

Fliehkraft:

Beim Durchfahren von Kurven treten Fliehkräfte auf, die das Fahrzeug und das Ladegut senkrecht zur Kurvenbahn nach außen beschleunigen.

Auch bei einer Kurvenfahrt gelten die Gesetze der Massenträgheit.

Das Fahrzeug wird durch die Reibkräfte der Reifen auf seiner Kurvenbahn bzw. Spur gehalten. Das ungesicherte Ladegut hingegen wird nach außen verschoben.

Kräfte im Fahrbetrieb:

Das unten stehende Schaubild zeigt die maximal auftretenden Kräfte im Fahrbetrieb, ausgehend von der Gewichtskraft (F_G).



Welche Kräfte werden durch die Ladung bei einem Unfall frei?

Die Höhe der Massenkraft, die sich bei einem Aufprall entwickelt, ist von der Masse der Ladung und ihrer Beschleunigung abhängig. Sie kann bis zum 50-Fachen des Eigengewichts eines Körpers betragen.

Die Reibung zwischen Ladung und Ladefläche reduziert die Massenkraft.

Beispielkräfte bei einem Unfall:

Gegenstand	Masse (kg)	Aufprallkraft (daN)
Standrohr	6,5	325
Atemluftflasche (6 l, Stahl)	10	500
Stromaggregat	150	7.500
Tragkraftspritze	230	11.500

Welche Sicherungskräfte sind notwendig?

Damit die Ladung während der Fahrt nicht verrutscht, muss sie gesichert werden. Diese Sicherung muss in der Lage sein, die auftretenden Kräfte aufzunehmen.

Die zum Rückhalten der Ladung benötigte Kraft wird als „Sicherungskraft“ bezeichnet. Sie ergibt sich aus der jeweils zu berücksichtigenden Massenkraft minus der Reibkraft (Gleitreibbeiwert).

Gleitreibbeiwert „μ“ in Abhängigkeit der Materialpaarung:

Materialpaarung	trocken	nass
Holz/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25
Metall/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25
Metall/Metall	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2

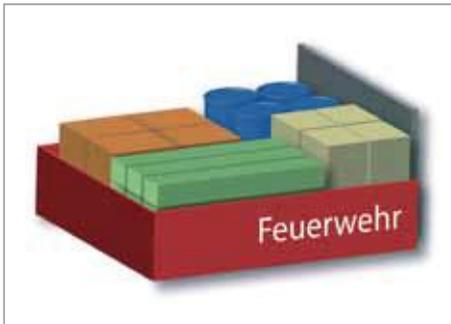
Quelle: VDI 2700

Welche Arten von Sicherungsmethoden gibt es?

Bei der Ladungssicherung gibt es grundsätzlich zwei Methoden: die formschlüssige und die kraftschlüssige Ladungssicherung. Kombinationen aus kraft- und formschlüssiger Ladungssicherung sind ebenfalls möglich.

A) Klassischer Formschluss

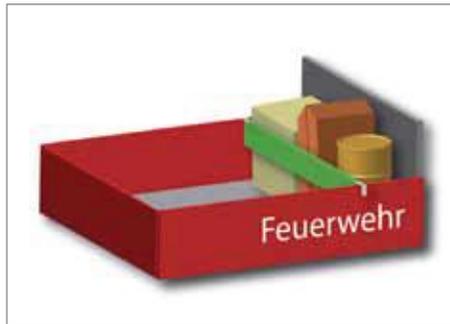
Unter formschlüssiger Ladungssicherung wird das Anlehnen der Ladung an Laderaumbegrenzungen, wie z. B. Stirn- und Seitenwände, verstanden. Wichtig ist dabei, dass



die Ladung dicht an dicht an den Fahrzeugteilen anlehnt. Es darf kein Platz zwischen einzelnen Ladegütern und den Fahrzeugteilen verbleiben, da sonst zusätzliche Kräfte bei Brems- und Beschleunigungsvorgängen auftreten können. Wenn unterschiedliche Ladegüter gegeneinandergelehnt den Formschluss bilden, ist darauf zu achten, dass die Ladegüter den beim Bremsen, Beschleunigen und bei Kurvenfahrten auftretenden

Massenkräften der benachbarten Ladegüter standhalten können.

Die Praxis zeigt, dass eine lückenlose Beladung der Ladefläche für Logistikaufgaben bei Feuerwehr und Hilfeleistungsorganisationen häufig nicht möglich ist. Für diesen Anwendungsbereich bietet der Fachhandel Einrichtungen und Hilfsmittel an, die den Laderaum so begrenzen, dass ein Formschluss sichergestellt werden kann. Geeignet sind z. B. spezielle Luftsäcke, Klemmbalken und Zwischenwandverschlüsse.

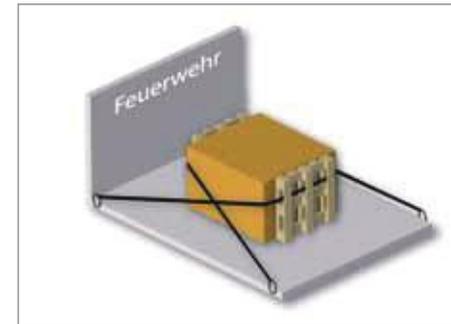


Diese können häufig auch in Fahrzeugen verwendet werden, die nicht über Einrichtungen zur Laderaumbegrenzung verfügen. Dabei sind die Herstellerangaben zu berücksichtigen.

B) Weitere Arten des Formschlusses

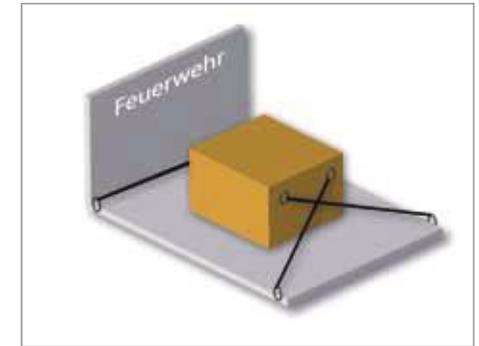
Kopfschlinge/Kopflasching

Die Anwendung einer Kopfschlinge wird auch als Kopflasching bezeichnet. Sie dient als Stirnwandersatz, wenn die Ladung nach dem Lastverteilungsplan, z. B. aufgrund zu geringer Achslasten, nicht an der Stirnwand platziert werden kann. Das Sichern der Ladung mittels Kopflasching zählt zur Methode der formschlüssigen Ladungssicherung. Das horizontale Verrutschen des Zurrmittels ist zu verhindern (z. B. mittels einer Palette als Führungshilfe).

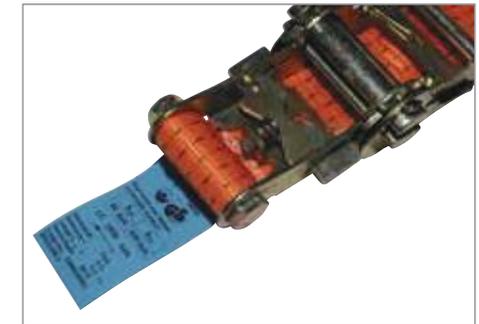


Direktzurren

Beim Direktzurren sichert das Zurrmittel die geeigneten Anschlagpunkte der Ladung direkt mit den Zurrpunkten auf der Ladefläche. Dabei sind je nach Anzahl der vorhandenen Anschlagmöglichkeiten verschiedene Varianten realisierbar. Beim Direktzurren werden die Zurrmittel auf Zug belastet. Diese nehmen die auf die Ladung wirkenden Kräfte auf. Zur Berechnung der notwendigen Anzahl der Zurrgurte muss die maximale Zugfestig-

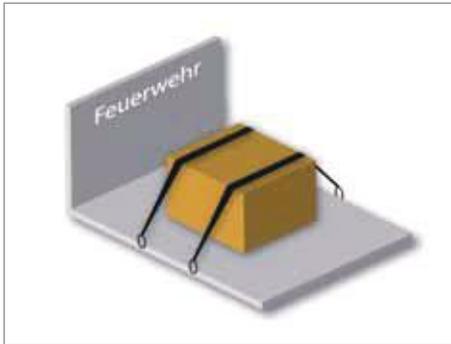


keit der Zurrgurte (LC-Wert auf Gurtetikett) berücksichtigt werden.



C) Kraftschlüssige Ladungssicherung

Die in der Praxis meist angewandte Methode ist die kraftschlüssige Ladungssicherung, das Niederzurren. Hierbei wird die Ladung durch vorgespannte Zurrmittel auf die Ladefläche gepresst. Die eingebrachte Vorspannkraft erhöht die Reibungskraft, mit der die Ladung auf die Ladefläche wirkt. Die daraus resultierende Kraft wirkt dem Verschieben der Ladung entgegen. Bei der Auswahl des Zurrmittels ist die angegebene Vorspannkraft



des Zurrmittels (STF-Wert) zu berücksichtigen. Neben der Vorspannkraft sind für das Niederzurren weitere Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Ladung muss den Zurrkräften standhalten.
- Der Einsatz rutschhemmenden Materials reduziert die Vorspannkraft erheblich.
- Die Ladung darf keine scharfkantigen Seiten haben.
- Der Einsatz von Kantenschonern verhindert das Scheuern der Zurrmittel an den Kanten der Ladung und sorgt für ein ideales Gleiten des Gurtes.

Um die Vorspannkraft möglichst gleichmäßig zu verteilen, ist es wichtig, dass das Zurrmittel über die Ladung gleiten kann. Ist dieses Gleiten nicht möglich, verteilt sich die Vorspannkraft unregelmäßig über das Ladegut. Es wird nur einseitig, an der Seite des Spannmittels, auf die Ladefläche gepresst. Aus diesem Grund bestehen Kantenschonern aus sehr gleitfähigem Kunststoff oder aus Metall. Rutschhemmendes Material erhöht die Reibung und ist daher als Kantenschonern ungeeignet.

Welche Arten von Hilfsmitteln zur Ladungssicherung gibt es?

A) Zurrmittel/Zurrgurte

Zu den Zurrmitteln zählen gemäß DIN EN 12195 Zurrgurte, Zurrketten und Zurrdrahtseile. Bei der Feuerwehr und bei Hilfeleistungsunternehmen werden in der Regel Zurrgurte zur Ladungssicherung eingesetzt. Ketten und Zurrdrahtseile finden eher im gewerblichen Bereich Anwendung und werden hier nicht näher betrachtet.

Zurrgurte sind Gurtbänder aus Chemiefasern, die mit einem Spannelement (meist Ratsche) und einem Verbindungselement ausgestattet sind. Jeder Zurrgurt muss mit einem Nutzungshinweis in Form eines Etiketts ausgestattet sein. Dieser gibt Auskunft über die bestimmungsgemäße Verwendung und ggf. auch über die geeignete Lagerung. Es dürfen nur Zurrgurte mit einem lesbaren Etikett eingesetzt werden. Die Angaben auf dem Etikett geben dem Nutzer Hinweise auf die maximal zulässigen Zug- und Vorspannkraften.

B) Rutschhemmendes Material/Antirutschmatten

Rutschhemmendes Material (RH-Matten) erhöht die Reibung zwischen der Ladefläche und der Ladung. Bei der Verwendung von RH-Matten kann bei der Berechnung der erforderlichen Zurrmittel ein Gleitreibbeiwert μ von 0,60 angesetzt werden (vgl. Seite 14 und 15). Voraussetzung ist aber, dass der Hersteller der RH-Matten das Material zuvor hat prüfen lassen.



Der Einsatz rutschhemmenden Materials schließt ein Verrutschen der Ladung während der Fahrt allerdings nicht aus, daher ist die geläufige Bezeichnung „Antirutschmatte“ irreführend.

Kennzeichnung:

S_{HF} (Standard Hand Force):

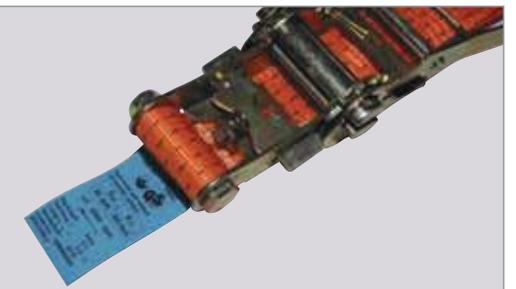
Normale Handkraft nach Norm 50 daN

S_{TF} (Standard Tension Force):

Normale Vorspannkraft der Ratsche, hier 300 daN

LC (Lashing Capacity):

Maximale Zugkraft im geraden Zug, hier 2.500 daN



Durch den Einsatz rutschhemmenden Materials kann lediglich der Aufwand zum Sichern der Ladung reduziert werden, da dieser wesentlich von der Reibung zwischen Lade- fläche und Ladung abhängt. Für den Einsatz- dienst sind Matten aus Gummigranulat besonders geeignet. Diese sind preiswert, wiederverwendbar, in verschiedenen Größen erhältlich und haben einen zertifizierten Gleitreibbeiwert von $\mu = 0,6$.



Das großflächige Auslegen der Matten auf der gesamten Ladefläche zum dauerhaften Verbleib ist nicht zu empfehlen. Durch stetige Verschmutzung der Oberfläche lässt der Wirkungsgrad der Rutschhemmung nach. Rutschhemmendes Material ist für eine ordnungsgemäße Ladungssicherung immer mit einem geeigneten Zurrmittel zu kombinieren.

hat spezielle Befestigungsmöglichkeiten für Rollcontainer an der üblicherweise vorhandenen Schlitzankerschiene der Feuerwehr-Logistikfahrzeuge entwickelt.

Das Sichern der Rollcontainer allein genügt nicht. Auch die Ladung auf oder in den Roll- containern muss bei den verkehrsüblichen Bedingungen gesichert sein. Für diesen An- wendungsfall bieten der Fachhandel und die Fahrzeugausbauer spezielle Sicherungsein- richtungen für Rollcontainer an. Je schwerer ein Rollcontainer beladen ist, desto schwieri- ger lässt sich dieser rangieren und bremsen. Insbesondere beim Be- und Entladen in Verbindung mit einer Ladebordwand ist die Beschaffung von Rollcontainern mit Tot- mannbremse zum Schutz der Einsatzkräfte zu empfehlen. Schwere Rollcontainer sollten zudem zu zweit bewegt werden, da nur so ein ergonomisches Arbeiten möglich und eine erhöhte Sicherheit gegen ein mögliches

Rückfragen/Beispiele

A) Rollwagen sichern – aber wie?

Rollcontainer, auch Rollwagen genannt, werden im Einsatzdienst zum Lagern und Befördern von Ausrüstungsgegenständen, Hilfsmitteln und Gerätschaften eingesetzt. Diese Rollcontainer sind so konstruiert, dass sie sich mit wenig Kraftaufwand verschieben lassen. Gerade diese Eigenschaft erschwert aber die Ladungssicherung. Die notwendigen Sicherungskräfte können unter Berücksichtigung der Festigkeit der Rollcontainer in der Praxis kaum durch das Niederzurren allein erreicht werden. Daher ist zum Sichern von Rollcontainern immer auf eine formschlüssige Ladungssicherung zu achten. Die Industrie

Herabstürzen des Rollcontainers von der Ladebordwand gewährleistet ist.

B) Druckgasflaschen richtig sichern

Bei Großeinsätzen und Übungen werden viele Druckgasflaschen eingesetzt. Für die

Paletten mit speziellen Einrichtungen zum Transport von Flaschen genauso wie Roll- container mit entsprechenden Einrichtungen Verwendung finden. Wichtig ist aber, dass während der Fahrt keine Flasche im Lade- raum des Fahrzeugs umherrollt. Denn da-



Verantwortlichen bei den Hilfeleistungs- organisationen ist es oft eine logistische Herausforderung, die hierzu benötigten Druckgasflaschen in ausreichender Anzahl zum Einsatz- bzw. Übungsort zu bringen. In der Einsatzpraxis hat es sich bewährt, diese in geeigneten „Umverpackungen“ zu transportieren. Dabei können industrielle

durch kann das Flaschenventil beschädigt werden und im schlimmsten Fall das unter Druck stehende Gas explosionsartig ent- weichen, wobei die Flasche geschossartig durch das Fahrzeug beschleunigt wird. Dies führt zu unabsehbaren Gefahren für Leben und Gesundheit der Besatzung.

Wie viele Gurte werden benötigt?

Beim Niederzurren freigestellter Ladung werden in der Praxis grundsätzlich mindestens zwei Gurte für eine ordnungsgemäße Ladungssicherung benötigt, auch wenn die theoretische Berechnung aus der Tabelle dies nicht erfordert (s. gelb markiertes Beispielfeld). Nur wenn Ladungskörper in Kombination von Form- und Kraftschluss gesichert werden, kann ein einzelnes Zurrmittel ausreichen.

		Masse 150 kg					Masse 200 kg					
		35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	
Vorspannkraft STF-Wert 250 daN	Winkel° α	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	
	Gleitreibbeiwert μ	0,1	5	4	4	3	3	7	6	5	4	4
		0,2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2
		0,3	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
		0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vorspannkraft STF-Wert 350 daN	0,1	4	3	3	3	2	5	4	4	3	3	
	0,2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	
	0,3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Vorspannkraft STF-Wert 500 daN	0,1	3	2	2	2	2	4	3	3	2	2
0,2		2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	
0,3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0,4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0,6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Gleitreibbeiwert „ μ “ in Abhängigkeit der Materialpaarung:

Quelle: VDI 2700

Materialpaarung	trocken	nass
Holz/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25
Metall/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25
Metall/Metall	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2

		Masse 300 kg					Masse 1.000 kg					
		35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	
Vorspannkraft STF-Wert 250 daN	Winkel° α	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	
	Gleitreibbeiwert μ	0,1	10	8	7	6	6	33	27	22	20	19
		0,2	5	4	3	3	3	14	12	10	9	8
		0,3	3	2	2	2	2	8	7	6	5	5
		0,4	2	2	1	1	1	5	4	4	3	3
		0,6	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Vorspannkraft STF-Wert 350 daN	0,1	7	6	5	5	4	23	19	16	14	14	
	0,2	3	3	2	2	2	10	8	7	6	6	
	0,3	2	2	2	1	1	6	5	4	4	4	
	0,4	1	1	1	1	1	4	3	3	2	2	
	0,6	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	Vorspannkraft STF-Wert 500 daN	0,1	5	4	4	3	3	17	14	11	10	10
0,2		3	2	2	2	2	7	6	5	5	4	
0,3		2	1	1	1	1	4	4	3	3	3	
0,4		1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	
0,6		1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	